الباب الخامس

منظومات التبريد غير التقليدية

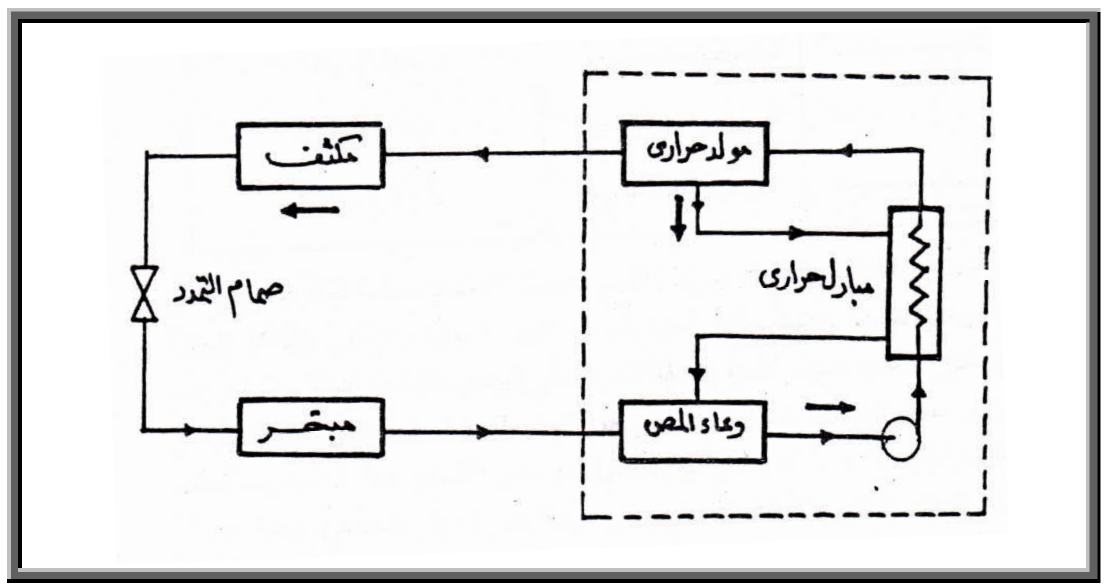
منظومات التبريد غير التقليدية

٥-١ أنواع منظومات التبريد غير التقليدية:

سبق أن درسنا نظام التبريد بانضغاط البخار مكيانيكيا عن طريق الضاغط وهو أكثر طرق التبريد شوعاً . وقد نجد في بعض التطبيقات الهندسية صعوبة أو استحالة في استخدام هذه الطريقة للتبريد، وقد يكون من الأفضل اقتصاديا استبدال التبريد بانضغاط البخار ميكانيكياً بطريقة أخرى أكثر ملائمة لظروف العمل . فمثلا تكيف الهواء داخل الطائرات يمكن أن يتم بفضل استخدام وحدة التبريد بتمدد الهواء، أيضاً عند العمل بمنطقة نائية لا يوجد بها أى مصدر للكهرباء لتشغيل دورة تبريد بانضغاط البخار ميكانيكياً تصبح دورة التبريد بالامتصاص الاختيار الأمثل للتبريد في هذه المنطقة . كما يتطلب تكييف مركبات الفضاء أو بعض الأماكن الصغيرة جداً لبعض الأجهزة العلمية والطبية الدقيقة ، وحدة التبريد خفيفة الوزن وصغيرة الحجم لتلائم هذه التطبيقات مما يتوفر عند استخدام التبريد الكهروحرارى ، وفي مجالات التجفيف يمكن استخدام نظام التبريد بالأبواق البخارية ، وكذلك يوجد منظومة أخرى للتبريد غير التقليدى وهو التبريد عن طريق أنبوب الدوامة.

٥-٢ نظام التبريد بالامتصاص :

مكونات الدورة الاساسية للتبريد بالامتصاص :



شكل (٦٨)

في الشكل (٦٨) تستخدم الدورة محلولاً متجانساً من مادتين ويتم فصل أحد المادتين من المحلول في الصورة البخارية حيث يعمل كمائع للتبريد وفي هذه الدورة يتم ابدال الضاغط الميكانيكى لدورة التبريد بالضاغط البخار ويتكون من ثلاثة وحدات هى (المولد الحرارى – وعاء المص – ومضخة ميكانيكية) ويضاف إلى هذه الوحدات الثلاث مبادل حرارى لتحسين أداء الدورة وتعمل دورة التبريد بالامتصاص عند ضغطين مختلفين أما الضغط العالى فهو ضغط المكثف والذى يتساوى مع ضغط المولد الحرارى وأما الضغط المنخفض فهو ضغط المبخر الذى يتساوى مع ضغط وعاء المص وتعمل المضخة على رفع ضغط المحلول من الضغط المنخفض إلى الضغط المرتفع وبتسخين المحلول في المولد الحراري يبدأ بخار مائع التبريد عن الانفصال من المحلول ويتكاثف بخار مائع التبريد في المكثف ثم ينخفض ضغط المائع بتمريره في صمام التمدد إلى المبخر ويتم الحصول على حمل التبريد في المبخر نتيجة تبخر مائع التبريد عند ضغط منخفض .

ويتم في وعاء المص امتصاص المحلول العائد من المولد الحرارى بعد خفض الضغط خلال صمام التمدد – لبخار مائع التبريد القادم وينتج عن عملية الامتصاص حرارة الأمر الذى يتطلب تبريد وعاء المص .

تشغيل دورة التبريد بالأمتصاص :

لتشغيل دورة التبريد بالامتصاص تحتاج إلى حرارة تضاف للمولد الحرارى وتشغل للمضخة بدلاً من الشغل اللازم للضاغط في حالة استعمال دورة تبريد بالإنضغاط للغاز .

وعادة ما يهمل شغل المضخة بالنسبة لكمية الحرارة المضافة في المولد نظراً لأن الشغل المطلوب لرفع ضغط السائل (حيث أن السوائل الغير قابلة للانضغاط) يقل كثيراً عن الشغل اللازم لضغط غاز أو بخار القيميتن للضغط .

الشروط الواجب توافرها في المحلول الثنائى بدورة التبريد بالأمتصاص :

يستخدم في دورة التبريد بالامتصاص محلولاً ثنائياً من مادتين أحدهما يعمل كمائع تبريد بعد فصلها في الصورة البخارية من الخليط داخل المولد الحرارى والأخرى كمادة ماصة لبخار مائع التبريد العائد من المبخر ويشترط أن تتوافر الخواص الأتية في الخليط حتى يمكن اختياره للعمل في دورة التبريد .

١. عدم وجود أى من المادتين في الطور الصلب عند أى نقطة في الدورة .
٢. سهولة تطاير المائع من المحلول عند إضافة الحرارة في المولد الحرارى .
٣. انخفاض قدرة المادة الماصة على الامتصاص بخار مائع التبريد عند فصله من المحلول في المولد الحرارى .

٤. درجة عالية من الاستقرار لفترات طويلة من الشغل .
٥. قيمة مرتفعة للحرارة الكامنة لتبخير مائع التبريد حتى يتسنى فصل أقل كمية ممكنـــة مـــن مائع التبريد من المحلول .
٦. انعدام أو انخفاض القدرة على إحداث تآكل .
٧. غير سام أو ضار صحياً .
٨. سهولة وسرعة امتصاص مائع التبريد بالمادة الماصة .
٩. انخفاض معامل اللزوجة للمحلول عند ظروف التشغيل .
١٠. انخفاض درجة حرارة التجميد لسائل المحلول من أقل درجة حرارة الدورة .

نظرية العمل :

مائع التبريد	المادة الماصة	التركيب الكيميائى
مـــــاء	*بروميـــد اللثيـــوم*	H_2O – *LiBr*
أمونيـــا	*مـــــــــاء*	NH_3 – H_2O
أمونيـــا	*تيوسنيات الصوديوم*	NH_3 – *Nasc N*
أمونيـــا	*نتـــرات اللثيـــوم*	NH_3 – *LiNo*
أمونيـــا	*كلـــوريد الكالسيوم*	NH_3 – *Ca* Cl_2

يحقق محلول الأمونيا والماء كل شروط الأمان حيث أن الأمونيا سامة لهذا السبب يحظر استخدام دورات التبريد بالامتصاص المستخدمة لمحلول الأمونيا والماء في الأمـــاكن المغلقـــة ويلاحظ أن بخار الأمونيا المتولد نتيجة إضافة الحرارة في المولد يحمل معه نسبة من بخـــار الماء بالإضافة إلى بعض قطرات الأمونيا والماء في طور السيولة لذا يوضع فـــوق المولـــد الحرارى فاصل لقطرات الماء والأمونيا أما بخار الماء المحلول مع بخار الأمونيا فيتم تكثيفه مع مكثف مرجع تبريد البخار الناتج عن المولد الحرارى إلى درجة حرارة أعلى قلـــيلاً مـــن درجة الغليان لأمونيا وأقل من درجة غليان الماء عند ضغط المكثف وفي العادة يسمح للمكثف المرجع بخروج بخار الماء والأمونيا بتحميص مقداره حوالى ٤ ° .

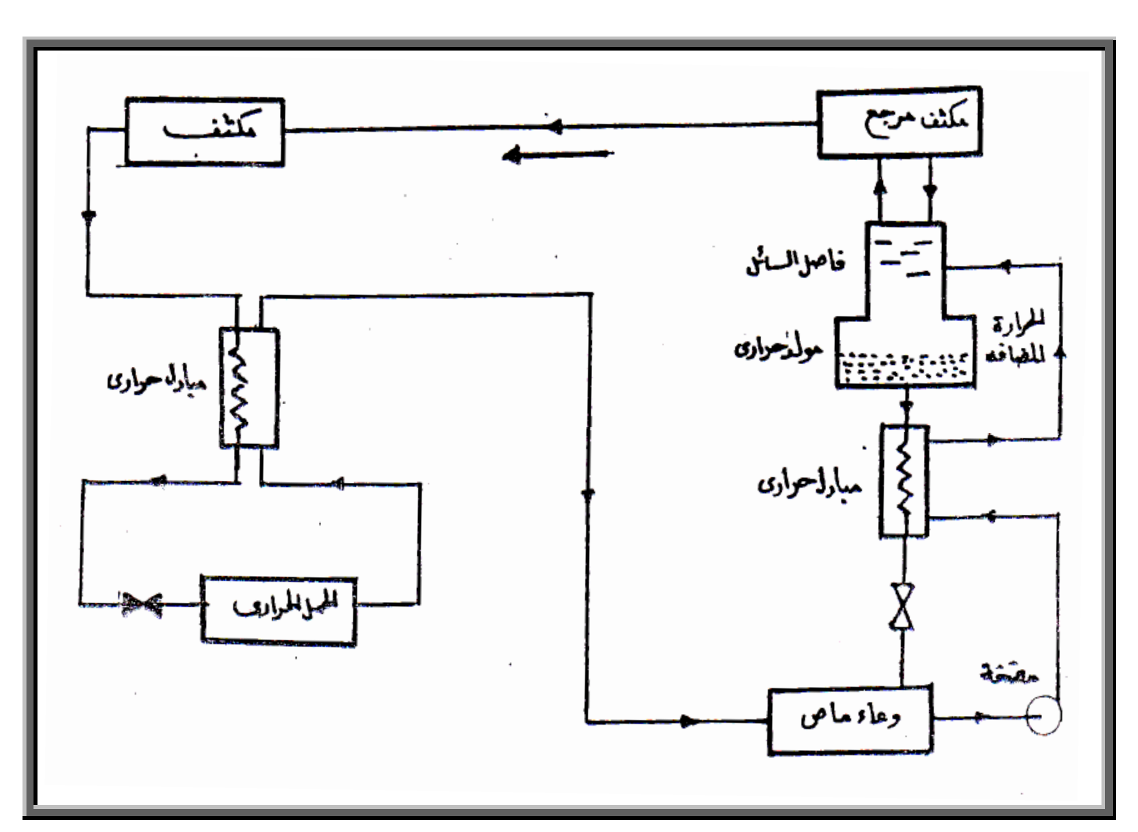
ويفضل عادة استخدام مبادل حرارى بين سائل الامونيا العائد من المكثف وبـــين بخـــار الأمونيا الخارج من المبخر وبذلك لتحسين التأثير التبريدى للمخبر وبالتالى تحـــسين معامـــل الأداء للدورة .

الوحدات البخارية لدورة التبريد بالامتصاص :

يستخدم محلول بروميد الليثيوم والماء ويتم تركيب كل من المكثف والمولد الحرارى معاً في حيز واحداً نظراً لتساوى ضغطها وأيضاً لوضع كل من المبخر والوعاء الماص في حيز واحد وأيضاً لتساوى ضغطهما .

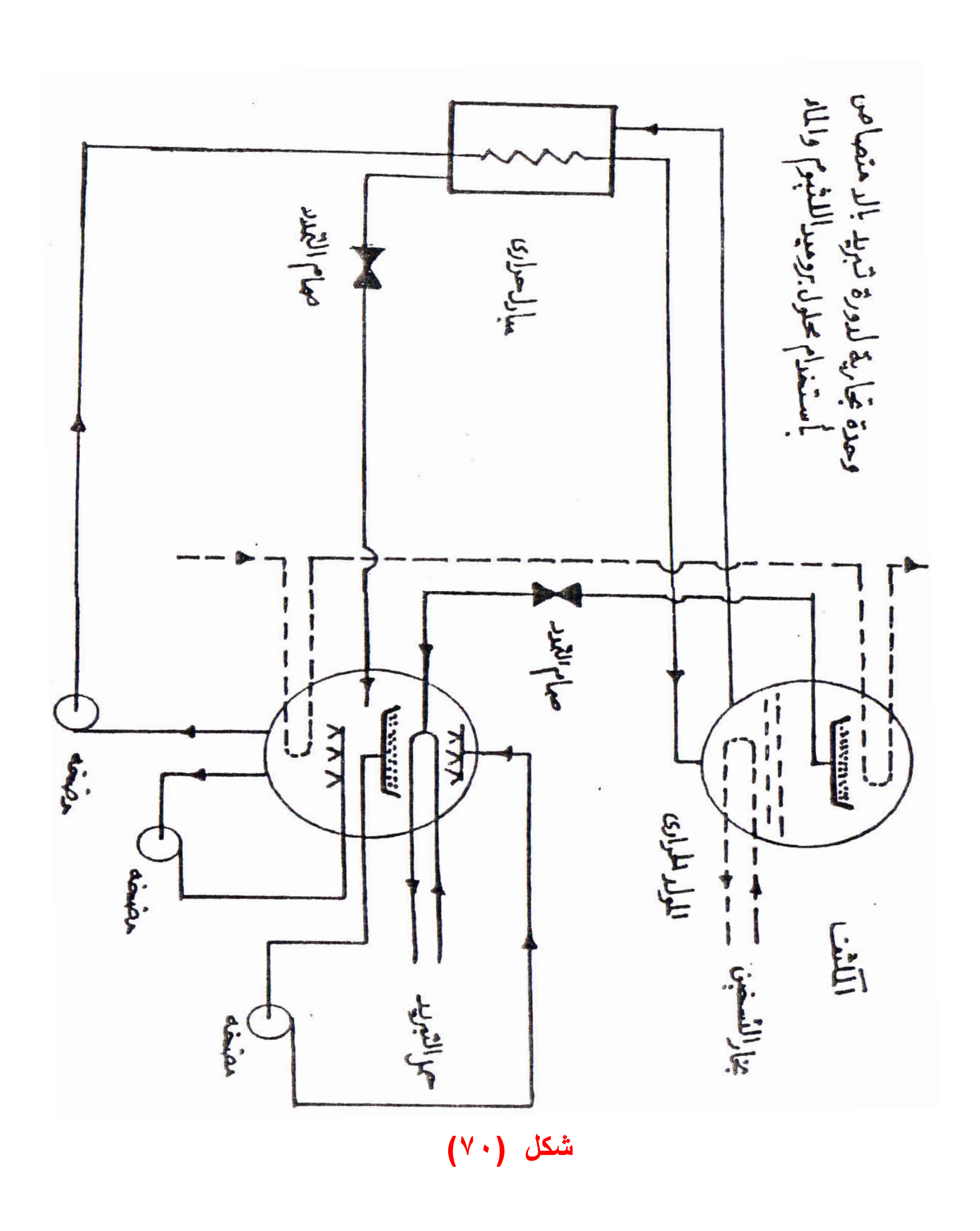
ويؤدى تصنيع وحدة التبريد بهذه الطريقة إلي توفير كبير في تكلفة التصنيع كما يساعد على تحسين الأداء للدورة .

ويستخدم سريان واحد من مياه التبريد لوعاء المص أولاً ثم تبريد المكثف ويستخدم في الوحدة ثلاثة مضخات واحدة منهم رئيسية الأولى لضخ المحلول المخفف في بروميد اللثيوم من الوعاء الماص إلى المولد الحرارى والثانية لإعادة استخدام الماء المبرد والذى لم يتبخر بإعادته إلى المبخر مرة أخرى كما هو موضح بالشكل (٦٩) .



شكل (٦٩)

ورشه فوق أنابيب المبخر لتحسين عملية انتقال الحرارة من الحمل الحرارى أمـا المـضخة الثالثة فتستخدم لتحسين عملية التبريد في الوعاء الماص وذلك عن طريـق سـحب محلـول بروميد الليثيوم والماء من قاع الوعاء الماص ورشه فوق أنابيب ماء التبريد للوعـاء المـاص كما في الشكل (٧٠) .



شكل (٧٠)

مميزات وعيوب دورة التبريد بالامتصاص :

بالرغم من أن معامل الأداء للثلاجة الكهروحرارية منخفض نسبيا (بالمقارنة مع منظومات التبريد التقليدية) إلا أن استخدامها يتزايد نظرا لطواعيتها للتشغيل ، إذ يمكنها أن تعمل بتيار مستمر ١٢ فولت مباشر أو بالتيار المتناوب المنزلى العادى باستخدام موفق (Adapto) من التيار المتناوب إلى التيار المستمر ، ولهذا السبب ولسهولة نقلها فهى مرغوبة في الرحلات القصيرة والمعسكرات .

مراحل تحديد أعطال الثلاجات العاملة بالامتصاص عند عملها بسخان كهربى:

العطل	الأسباب المحتملة	طريقة الإصلاح
لا ترتفع درجة الحرارة السخان الكهربي ولا يوجد تبريد .	1- توصيلات خاطئة . 2- ترموستات تالف . 3- تلف السخان	1- طابق التوصيلات الكهربية مع مخطط التوصيل واعمل اللازم . 2- اعمل قصر علي الترموستات بقطعة من السلك فإذا ارتفعت درجة الحرارة السخان استبدل الترموستات . 3- أعمل قصر علي الترموستات بقطعة من السلك فإذا لم ترتفع درجة حرارة السخان استبدل الترموستات .
السخان يعمل بصورة طبيعية ولكن درجة حرارة الثلاجة لا تنخفض للدرجة المطلوبة .	1- ضبط غير صحيح للترموستات . 2- الثلاجة مائلة . 3- عدم إحكام غلق الباب .	1- تأكد من أن الترموستات موضوع علي وضع التبريد المطلوب . 2- ضع الثلاجة علي أرضية مستوية تماما . 3- اضبط مفصلات الباب لإحكام قفل الباب أو استبدل جوانات الباب إذا كانت تالفة.

طريقة الإصلاح	الأسباب المحتملة	العطل
4- قم بإذابة الثلج يدويـا إذا زاد سمك طبقة الثلج المتجمعـة علي المبخر **4 mm** .	**4**- تجمع ثلج علي زعانف المبخر .	
1- إذا كان هناك تجمع لسائل بني أو مسحوق أصفر عند نقاط لحام دورة التبريد فإن هذا يعني تلف وحدة التبريد ويجب استبدال الثلاجة بأكملها .	**1**- تلف وحدة التبريد .	السخان يعمل بصورة طبيعية ولا يوجد تبريد .
1- يجب التأكد من أن المسافة بين قطب البيزوكهربي والمشعل تتراوح ما بين **3:5 mm** .	**1**- وضع غير صحيح لقطب البيزوالكهربي .	فشل إشعال المشعل
2- تأكد من عدم انكسار خزف قطب البيزوالكهربي .	**2**- تلف قطب البيزوالكهربي .	
3- إذا خرجت الشرارة من أطراف البيزوكهربي يجب عزل أطراف البيزوكهربي جيدا .	**3**- تآكل أطراف توصيل قطب البيزوكهربي .	

طريقة الإصلاح	الأسباب	العطل
1- ضع الترموستات علـــي وضع دافئ عندما يكون حـيز التبريد بالثلاجة بـــارد فـإذا انطفأت الشعلة فك مســمار المسار البديل ونظفه بوضعه في كحول أو استبدله بآخر .	1- انسداد المسار البديل .	تنطفئ شعلة المشعل في منتصف التشغيل .
1- تأكد من أن الترموسـتات موضوع علي وضع التــبريد المطلوب . 2- ضع الثلاجة علي أرضيــة مستوية تماما . 3- اضبط مفصلات البـــاب لإحكام قفل الباب أو اسـتبدل جوانات الباب إذا كانت تالفة . 4- قم بإذابة الثلج يدويـــا إذا زاد سمك طبقة الثلج المتجمعـة علي المبخر عن 4 mm .	1- ضبط غير صحيح للترموستات . 2- الثلاجة مائلة . 3- عدم إحكام غلق الباب . 4- تجمع الثلج علي زعانف المبخر .	مشعل الغاز يعمل بصورة طبيعية ولكن لا تنخفض درجة حرارة الثلاجة .
1- إذا كانت حجم الشــعلة صغيرة استبدل الترموستات 2- إذا كان هناك تجمع لسائل بني أو بودرة صفراء عند نقاط لحام دورة التبريد فإن هذا يعني أن وحدة التبريد تالفة وهـــذا يلزمه استبدال الثلاجة بأكملها	1- تلف ثرموستات الغاز . 2- تلف وحدة التبريد .	الشعلة موجودة ولا يوجد تبريد .

العطل	الأسباب المحتملة	طريقة الإصلاح
ينطفئ اللهب بمجرد تحرير الضغط علي ضاغط صمام الغاز .	**1**-وجود شوائب كربونية علي طرف الازدواج الحراري . **2**- مسمار رباط طرف الازدواج الحراري مفكوك . **3**- تلف الازدواج الحراري . **4**- تلف ملف صمام الغاز .	**1**- تأكد من عـــدم تجمـــع كربون علي طــرف الازدواج الحراري وأزله إن وجد . **2**- يجب إعادة الرباط بعزم لا يقل عن **20:30 kg.Cm** . **3**- افصل الازدواج الحـــراري من صمام الغاز وقس المقاومــة بين قلب الازدواج و الموصـــل الخارجي فإن كـــانت **0** Ω استبدل الازدواج . **4**- افحص مقاومـــة ملـــف صمام الغاز بالآفوميتر فـــإذا كانت **0** Ω استبدل الملف .
احتراق غير طبيعي للغاز .	**1**- انسداد فتحة تنفيس المشعل **BURNER** . **2**- انسداد مخرج غازات العادم . **3**- انسداد الخانق .	**1**- أزل أي أتربة أو شـــوائب في فتحة التنفيس . **2**- حاول إزالة أي كربـــون متجمع في مخرج غازات العادم **3**- ضع الترموستات علـــي أقصى تبريد ممكن عندما يكون حيز التبريد بالثلاجة غير مـبرد ثم راقب الشعلة فإذا كـــانت صغيرة أو لون طرفها أصفـــر فك الخانق ونظفه بوضعـــه في كحول ولا تستخدم سـلك في تنظيفها .

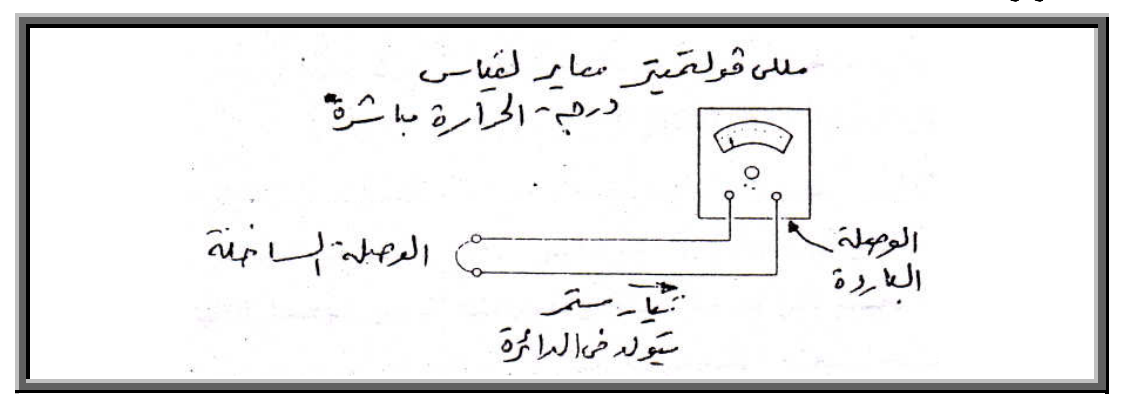
٥-٣ نظام التبريد الكهروحرارى:

مقدمة :

نشأت فكرة التبريد الكهروحرارى من قاعدة فيزيائية معروفة منذ عام ١٨٣٤ وهو ما يعرف بتأثير بلتير (Peltier effect) للازدواج المعدنى ، ولكى نوضح المقصود بهذا التأثير، سوف نبدأ بشرح فكرة الازدواج الحرارى (Thermocouple)

مكونات الازدواج الحرارى :

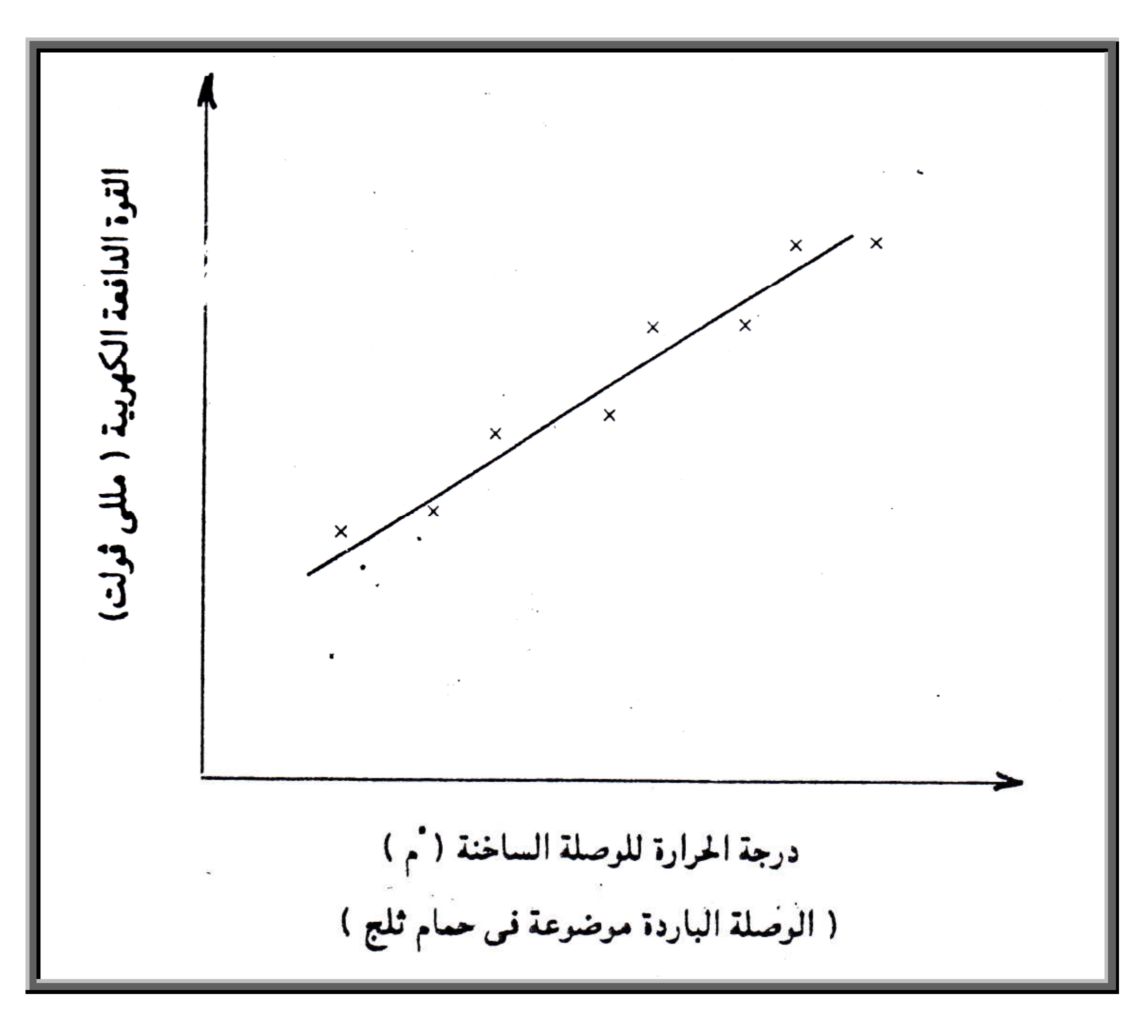
تبنى فكرة الازدواج الحرارى المعروفة منذ عام ١٨٢٠ على حدوث فرق جهد كهربى بين معدنين مختلفين عندما يتلامسان . فإذا تم وصل معدنين مختلفين معاً بحيث يكونان دائرة أعلى من تلك المعرضة لها نقطة الاتصال الأخرى (الوصلة الأخرى) ، فإن تياراً كهربياً سوف يسرى مباشرة في الدائرة بفعل فرق الجهد المتولد بين المعدنين المتلامسين (قوة دافعة كهربية) ، ويطلق على هذه الظاهرة تأثير سيبيك (Seebeck effect) . ويتوقف فرق الجهد (والتيار بالتالى) على الخصائص الكهروحرارية للمعدنين وعلى درجة حرارة كل من الوصلتين . وعادة نطلق على الوصلة المعرضة لدرجة الحرارة الأعلى (الوصل الساخنة) ونطلق على الأخرى "الوصلة الباردة" ، والشكل (٧١) يبين الدائرة الأساسية للإزدواج الحرارى .



شكل (٧١)

ويستفاد من نظرية الازدواج الحرارى في قياس درجات الحرارة للأوساط المختلفة (الجامدة والسائلة والغازية) ، حيث توضع احدى وصلتى الازدواج (الساخنة) في الوسط المراد قياس درجة حرارته وتوضع الأخرى (الباردة) في وسط درجة حرارته منخفضة وثابتة (عادة يكون الوسط البارد عبارة عن حمام ثلج عند درجة حرارة صفر مئوى) .

يقاس فرق الجهد (أو التيار) المتولد في الدائرة مناظراً لفـرق درجـة الحـرارة بـين الوصلتين . ومن هذا الفرق في الجهد (القوة الدافعة الكهربية) يمكننا التعرف علـى درجـة حرارة الوسط المراد قياس درجة حرارته وذلك بالرجوع إلى منحنى معايرة خاص بالـدائرة (أوجهاز القياس) ، وفي التطبيق العملى لاستخدام الازدواج الحرارى تستخدم معادن خاصـة من شأنها إحداث التأثير المطلوب بوضوح . ومن هذه المعادن ، يستخدم معدن التانجـستون مع معدن الموليبدنام أو معدن النحاس مع معدن الكونستنتان . ويبين الـشكل (٧٢) منحنـى معايرة نمطياً لازدواج حرارى .



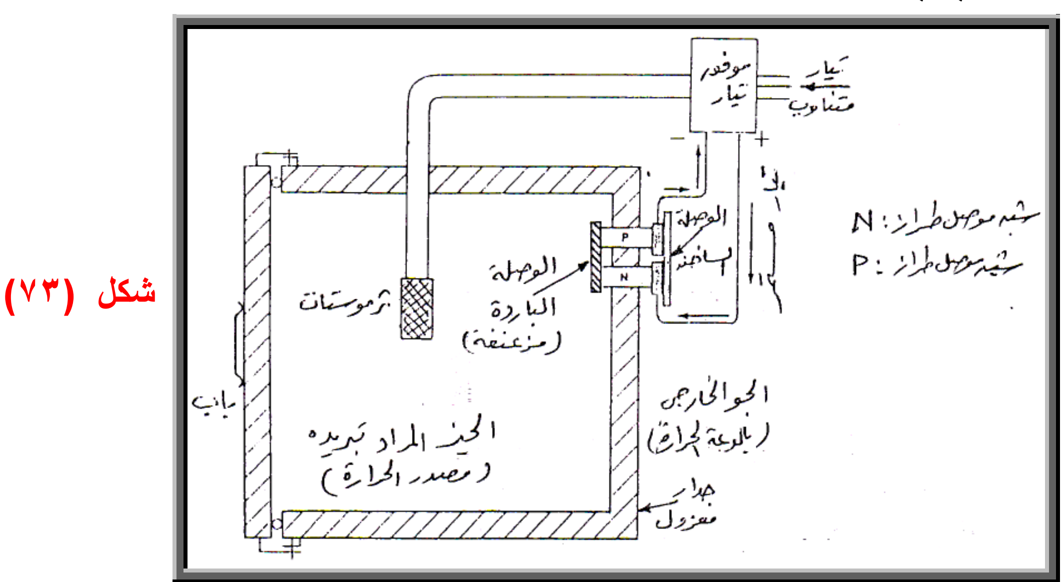
شكل (٧٢)

نظرية العمل : لدوائر التبريد الكهروحرارية :

إذا عكسنا عمل الازدواج الحرارى فإننا نحصل على ما يسمى بتأثير بلتير (Peltier effect) ، أى أننا إذا عرضنا الدائرة لفرق جهد خارجى، فإن احدى الوصلتين ترتفع درجة حرارتها بينما تنخفض درجة حرارة الوصلة الأخرى ، وبمعنى آخر فإن الطاقة الكهربية المسلمة للمنظومة قد أدت إلى حدوث فرق في درجة الحرارة بين الوصلتين وهو عكس تأثير الازدواج الحرارى الذى هو توليد طاقة كهربية بسبب وجود فرق في درجة الحرارة مفروض على الوصلتين ، وعلى ذلك تكون الدائرة في حالة التبريد الكهروحرارى هى نفسها في حالة الازدواج الحرارى إلا أنه في الحالة الأولى يكون فرق الجهد مسلطاً على الدائرة من الخارج بينما يكون فرق الجهد متولداً من الدائرة في الحالة الثانية .

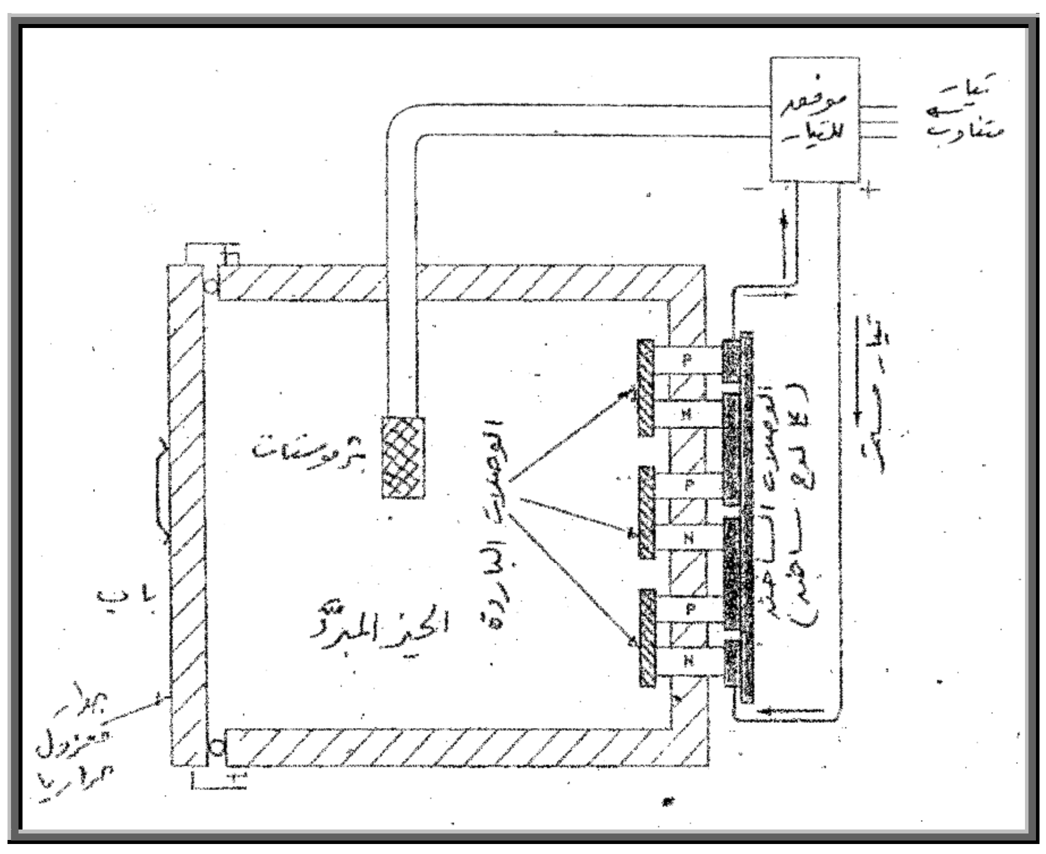
ويستفاد من تأثير بلتير هذا في بناء منظومة التبريد الكهروحرارى حيث توضع الوصلة التى تبرد في الحيز المراد تبريده وتوضع الوصلة الأخرى (التى تسخن) خارجه . هنا تنتقل الحرارة من الوسط المراد تبريده إلى الوصلة المبردة إلى خارج الحيز إلى الوصلة المسخنة . والمنظومة بهذا الشكل تضخ الحرارة من وسط بارد إلى وسط ساخن عبر الالكترونات الكهربية بدلا من غير مركب التبريد في منظومة التبريد الانضغاطى .

يبين الشكل (٧٣) ازدواجا كهروحرارياً بسيطاً . هنا ينقل الازدواج الحرارة عبر الوصلة المبردة من داخل حيز معزول إلى مبادل حرارى (الوصلة المسخنة) خارجه . الالكترونات (بدلاً من مركبات التبريد) هى التى تحمل الحرارة في هذه الحالة إلى خارج الحيز المبرد ، وتكون الوصلة المبردة بمثابة المبخر في النظام الانضغاطى ، والوصلة المسخنة بمثابة المكثف .



شكل (٧٣)

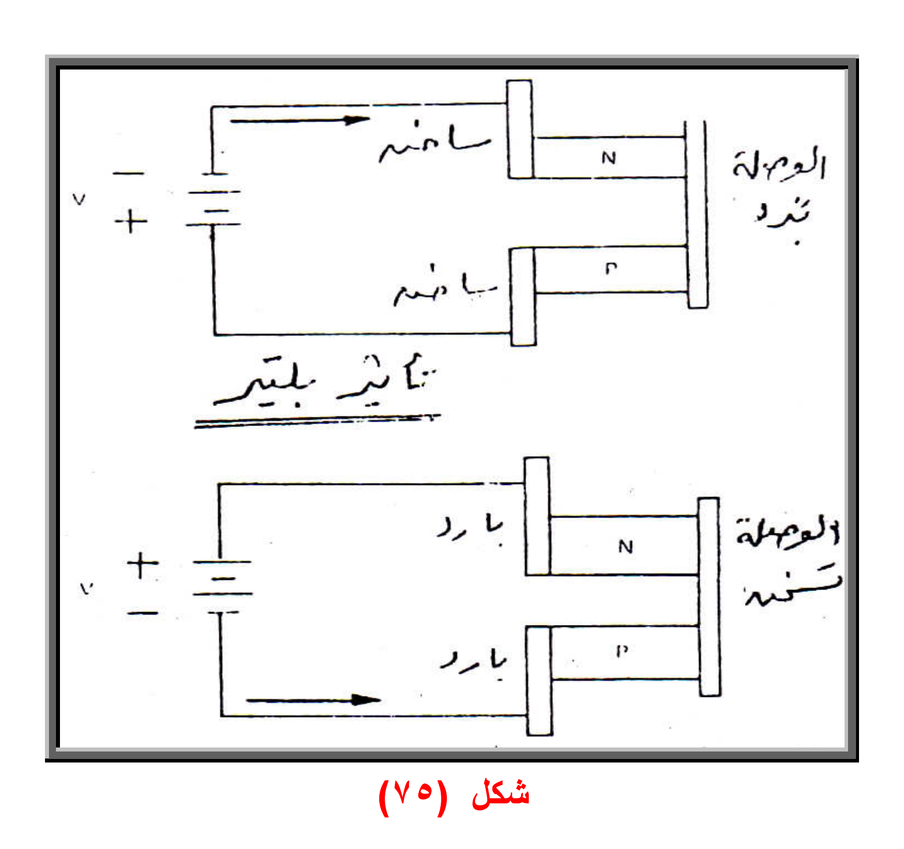
ولكى نزيد من كمية الحرارة المنقولة من الحيز المبرد (المصدر الحرارى) إلى الوصلة المبردة ومن الوصلة المسخنة(البالوعة الحرارية) إلى الجو الخارجى فإننا نزود كل منها بزعائف خاصة لتكبير مساحة السطح الناقل للحرارة (أنظر الشكل (٧٤)) .



شكل (٧٤)

وحديثا تم احلال اشباه الموصلات محل الوصلات مزدوجة المعدن سالفة الذكر. وتصنع أشباه الموصلات من عناصر مثل السليكون أو الجيرمانيوم أو من توليفة من العناصر، ويتم معالجة أشباه الموصلات هذه بحيث يمكن بمعالجة معينة أن يقوم شبه الموصل بتوصيل الكهرباء عن طريق سريان جسيمات سالبة الشحنة (شبه موصل طراز N) . وبمعالجة أخرى يقوم شبه الموصل بنقل الكهرباء عن طريق سريان جسيمات موجبة الشحنة (شبه موصل طراز P) . ويطلق على هذه الجسيمات موجبة الشحنة عادة اسم "ثقوب الكترونية" .

وإذا جعلنا التيار الكهربى المستمر يسرى من شبه موصل طراز N إلى شبه موصل طراز P ، فإن الوصلة بينهما تبرد وتمتص حرارة من الجر المحيط بينما الوصلة على الناحية الأخرى تسخن وتلفظ حرارة إلى الجو المحيط ، وهذا هو تأثير بلتير السابق الإشارة إليه . ولأن وصلة واحدة تعطى تأثيراً تبريدياً صغيراً ، فإننا عادة نستخدم عددا من الوصلات الموصلة على التوالى على الناحية الباردة لاحداث تأثير تبريدى فعال ، ويبين الشكل (٧٥) نموذجاً (كهروحرارية) لعدد من الوصلات التبريدية المتصلة على التوالى يطلق عليه اسم موديول (Module) وقد تستخدم عددا من الموديولات (Modules) المتصلة على التوازى لزيادة الطاقة التبريدية أكثر وأكثر .



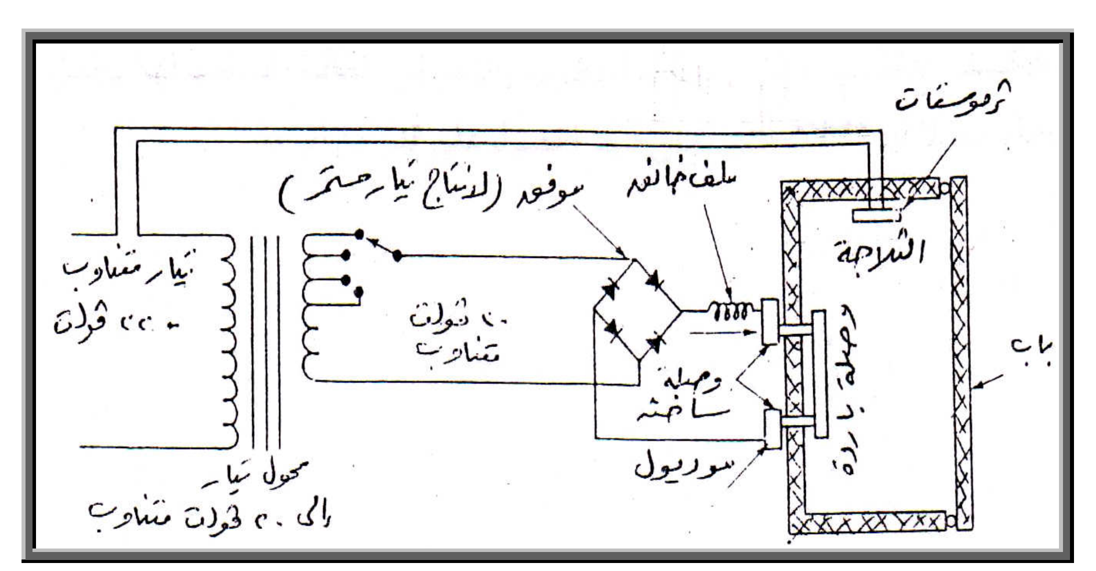
شكل (٧٥)

وقد لاحظ لينز (Lenz) في عام ١٨٣٧ أنه في حالة عكس اتجاه التيار بحيث يكون من شبه الموصل طراز P إلى شبه الموصل طراز N ، فإن الوصلة التى كانت باردة في الحالة الأولى تصبح ساخنة وتلك التى كانت ساخنة تصبح باردة . وبذلك يمكن استخدام نفس النبيطة الكهروحرارية للتبريد مرة (تأثير بلتير) وللتسخين مرة أخرى (تأثير لينز Lenz effect) .

تركيب الثلاجة الكهروحرارية :

يبين الشكل (٧٦ – أ) الدائرة الكهربية لثلاجة كهروحرارية وهى تتكون من الأجزاء الأتية:

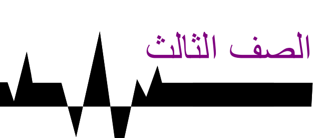
١. محول كهربى (Transormer) يعمل على مصدر تيار متناوب (١٢٠فولت أو ٢٢٠فولت) وينتج منه تيار ٢٠ فولت متناوب .
٢. مقوم تيار (Rectifier) يحول التيار المتناوب الخارج من المحول (١٢٠ فولت متناوب) إلى تيار مستمر (١٢٠ فولت مستمر) .
٣. نموذج كهروحرارى (Thermoelectric Module) يمر فيه التيار المستمر عبر ملف خانق (Choke Coil) بحيث تكون الوصلة الداخلية باردة والوصلة الخارجية ساخنة .
٤. ثرموستات (Thermostat) يضبط درجة الحرارة داخل حيز الثلاجة ويتصل بدخل المحول .

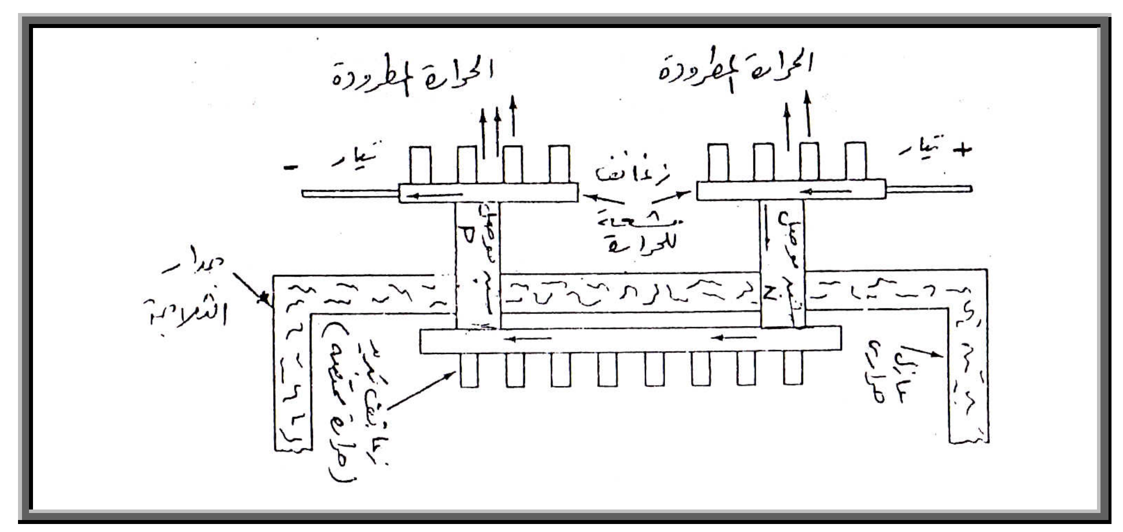


شكل (٧٦ – أ)

ويبين الشكل (٧٦– ب) مثالا لنموذج كهروحرارى يتكون من عدد من الوصلات الباردة والساخنة المتصلة على التوالى ، ونلاحظ أن الحرفين N, P هنا لا يدلان على قطبية التيار المار في الدائرة ، وإنما يشيران إلى خواص المواد شبه الموصلة (سالبة الشحنة أو موجبة الشحنة) .

ونلاحظ أن الأسطح الناقلة للحرارة على جانبى النموذج قد زوجت بزعانف وبصفة على الناحية الخارجية لتعجيل التخلص من الحرارة التى تم امتصاصها عند السطح الداخلى البارد للنموذج .





شكل (٧٦ – ب)

مميزات وعيوب التبريد الكهروحرارى :

بالرغم من أن معامل الأداء للثلاجة الكهروحرارية منخفض نسبيا (بالمقارنة مع منظومات التبريد التقليدية) إلا أن استخدامها يتزايد نظرا لطواعيتها للتشغيل ، إذ يمكنها أن تعمل بتيار مستمر ١٢ فولت مباشر أو بالتيار المتناوب المنزلى العادى باستخدام موفق (Adapto) من التيار المتناوب إلى التيار المستمر ، ولهذا السبب ولسهولة نقلها فهى مرغوبة في الرحلات القصيرة والمعسكرات .

ونلاحظ أن هذا النوع من الثلاجات يتميز بالهدوء التام وإن كانت كفاءة تبريدها (أوتسخينها) متواضعة ، غير أن خفة وزنها و ظاقتها التبريدية المحدودة التى تكفى للاستخدامات الخاصة سالفة الذكر، يجعلها تتفوق على الأنواع الأخرى من الثلاجات المكافئة لها في الطاقة التبريدية والحجم ، وبالتالى فقد جذبت هذه الثلاجة الباحثين لتطويرها ورفع معامل أدائها .

ومن جهة أخرى فإن منظومة التبريد (أو التسخين) الكهروحرارية تسمح بالاستخدام في منظومات تكييف الهواء (الصيفى أو الشتوى) لحيز محدود بإضافة مروحة لتحريك الهواء على السطح البارد (أو الساخن) للمنظومة ويمكن لهذه المروحة أن تستخدم نفس مصدر الطاقة الكهربية للثلاجة ، وفي هذه الحالة قد لا نحصل على الراحة التامة التى يمكن الحصول عليها في نظم التكييف التقليدية ، إلا أن بساطة المنظومة والوفر في الطاقة المصاحب لها يجعل هذا الاستخدام مفضلا فى الحالات التى يكفى فيها الحصول على قدر من الراحة .

مقارنة بين النظام الكهروحرارى والنظام الانضغاطى :

يوضح الجدول التالى مقارنة بين نظامى التبريد الكهروحرارى والانضغاطى من حيـــث عدة عناصر:

1) **التركيب .**
2) **الأجزاء المتحركة .**
3) **الوسيط الحامل للحرارة .**
4) **الوزن لحجم معين .**
5) **الطاقة التبريدية .**
6) **مجالات الاستخدام .**
7) **الضوضاء .**
8) **مصدر الطاقة اللازم .**
9) **الصيانة والأعطال .**
10) **معامل الآداء .**

مقارنة بين النظام الكهروحرارى والنظام الانضغاطى

عنصر المقارنة	النظام الكهروحرارى	النظام الانضغاطى
التركيب:	بسيط التركيب فهو يعتبر مجرد دائرة كهربية أحد مكوناتها أشباه موصلات **(N,P)** .	معقد التركيب فهو مكون من عدد كبير من المكونات (ضاغط، مكثف ، وسيلة ، تمدد ، مبخر ، فلتر ، مجفف ، خزان، .... إلخ) .
الأجزاء المتحركة :	لا توجد به أجزاء متحركة على الاطلاق .	يتضمن أجزاء متحركة هى عبارة عن الضاغط والموتور الكهربى المتصل به وقد تكون هناك مراوح لتحريك هواء على المبخر أو مضخات لتحريك مياه لتبريد المكثف .
الوسيط الحامل للحرارة :	الألكترونات السارية فى الدائرة الكهربية.	مركب التبريد .
الوزن لحجم معين :	خفيف الوزن ويمكن حمله بسهولة غالباً .	ثقيل نسبياً .
الطاقة التبريدية :	منخفضة (كسر طن تبريد) .	تتدرج إلى قيم كبيرة أحياناً حسب التصميم (قد تكون آلاف الأطنان التبريدية) .
مجالات الإستخدام :	خاصة ومحدودة .	واسعة من الإستخدام المنزلى إلى الاستخدام المنزلى إلى الاستخدام التجارى .
الضوضاء :	لا يصدر أى ضوضاء .	قد تكون الضوضاء الصادرة منه عالية .
مصدر الطاقة اللازمة:	الكهرباء المنزلية (٢٢٠ فولت تناوب) مع مرفق لإنتاج تيار مستمر أو بطارية السارة (١٢فولت)	الكهرباء العادية أو الغاز أو الطاقة الشمسية .
الأعطال والصيانة :	قليل الأعطال وقطع الغيار اللازمة بسيطة ومجدودة ورخيصة .	الأعطال الكثيرة محتملة وقطع الغيار معقدة وغالية الثمن .
معامل الأداء :	**منخفض .**	يمكن جعله مرتفعاً بتحسين التصميم .

أسئلة الباب الخامس

س١: ما المقصود بمنظومات التبريد غير التقليدية ؟

س٢: اذكر أنواع منظومات التبريد غير التقليدية ؟

س٣: ما هى الشروط الواجب توافرها في المحلول الثنائى بدورة التبريد بالامتصاص؟

س٤: اشرح مع الرسم تركيب ونظرية عمل دائرة التبريد بالامتصاص ؟

س٥: ما هى مميزات وعيوب دورة التبريد بالامتصاص ؟

س٦: هناك بعض الاعطال للثلاجة التى تعمل بدائرة تبريد بالامتصاص . اذكر الاسباب وطرق العلاج لهذه الاعطال :

١. لا ترتفع درجة حرارة السخان ولا يوجد تبريد .
٢. فشل اشعال المشعل .
٣. مشعل الغاز يعمل بصورة طبيعية ولكن لا تنخفض درجة حرارة الثلاجة .

س٧: ما هى مكونات الازدواج الحرارى في نظام التبريد الكهروحرارى ؟

س٨: اشرح مع الرسم نظرية عمل نظام التبريد الكهروحرارى ؟

س٩: اذكر تركيب الثلاجة الكهروحرارية ؟

س١٠: ما هى مميزات وعيوب الثلاجة الكهروحرارية ؟

س١١: قارن بين نظام التبريد الكهروحرارى ونظام التبريد الانضغاطى من حيث :

١. التركيب .
٢. الأجزاء المتحركة .
٣. الوسيط الحامل للحرارة .
٤. الطاقة التبريدية .
٥. مصور الطاقة اللازمة .
٦. معامل الآداء .